

5
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE 12-18-01

Attorney Docket No. 249/271

11011 U.S. PTO
09/909858
07/23/01

In re patent application of

Sung-jin KIM, et al. et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: TRANSMISSION ANTENNA DIVERSITY METHOD, AND BASE STATION
APPARATUS AND MOBILE STATION APPARATUS THEREFOR IN MOBILE
COMMUNICATION

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the
following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C.
119 is hereby claimed.

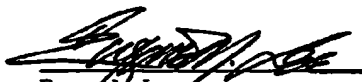
In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign
application:

Korean Application No. 00-41918, filed July 21, 2000.

Respectfully submitted,

July 23, 2001

Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039

The Law Offices of Eugene M Lee, PLLC
2111 Wilson Boulevard Suite 1200
Arlington, D.C. 20001
Telephone: (703) 525-0978

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 41918 호
Application Number PATENT-2000-0041918

출원년월일 : 2000년 07월 21일
Date of Application JUL 21, 2000

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 년 07 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



CERTIFIED COPY OF

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0015
【제출일자】	2000.07.21
【국제특허분류】	H04B
【발명의 명칭】	이동 통신 시스템에서의 전송 안테나 다이버시티 방법 및 이를 위한 기지국 장치 및 이동국 장치
【발명의 영문명칭】	Transmission antenna diversity method, base station apparatus and mobile station apparatus therefor in mobile communication system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	조혁근
【대리인코드】	9-1998-000544-0
【포괄위임등록번호】	2000-002820-3
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김성진
【성명의 영문표기】	KIM, Sung Jin
【주민등록번호】	690116-1830014
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 청명주공아파트 404동 1201호
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이광복
【성명의 영문표기】 LEE,Kwang Bok
【주민등록번호】 580326-1002511
【우편번호】 135-240
【주소】 서울특별시 강남구 개포동 177 현대3차아파트 5동 702호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이현우
【성명의 영문표기】 LEE,Hyeon Woo
【주민등록번호】 630226-1709811
【우편번호】 441-390
【주소】 경기도 수원시 권선구 권선동 벽산아파트 806동 901호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 황근철
【성명의 영문표기】 HWANG,Keun Chul
【주민등록번호】 730306-1655217
【우편번호】 500-080
【주소】 광주광역시 북구 우산동 169-12
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 최호규
【성명의 영문표기】 CHOI, Ho Kyu
【주민등록번호】 681204-1787524
【우편번호】 463-500
【주소】 경기도 성남시 분당구 구미동 무지개마을 1204동 303호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이용석
【성명의 영문표기】 LEE,Yong Suk
【주민등록번호】 730425-1347934

【우편번호】 442-470

【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을 154동 1203호

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
필 (인) 대리인
조혁근 (인) 대리인
이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	16 면	16,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】	45,000 원	

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 이동 통신 시스템에서의 전송 안테나 다이버시티 방법 및 이를 위한 기지국 장치 및 이동국 장치를 개시한다.

본 발명에 의한 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법은, 기지국에 사용된 복수개의 안테나를 통해 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력하는 단계, 출력된 채널 정보 매트릭스를 미리 준비된 복소수 기저벡터 집합으로 된 변형 매트릭스를 이용하여 변형하는 단계, 변형된 채널 정보 매트릭스를 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 복소수 기저벡터 집합의 원소를 검출하는 단계 및 검출 결과를 전송 안테나 다이버시티를 조절하기 위한 피드백 정보로서 기지국으로 전달하는 단계를 포함한다.

본 발명은 고속에서 우수한 성능을 유지하면서도 전송 안테나간 파워가 골고루 분배되도록 하여, 궁극적으로 고주파수(RF) 처리단의 비용 손실을 최소화 한다. 특히, 연속된 2개의 슬롯간의 정보를 평균하여 사용함으로써, 저속에서 보다 정밀하게 채널에 적응하도록 한다.

【대표도】

도 3

【명세서】**【발명의 명칭】**

이동 통신 시스템에서의 전송 안테나 다이버시티 방법 및 이를 위한 기지국 장치 및 이동국 장치{Transmission antenna diversity method, base station apparatus and mobile station apparatus therefor in mobile communication system}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 송신 장치의 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 피드백 정보 복호부의 바람직한 실시예에 따른 블록도이다.

도 3은 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 수신 장치의 블록도이다.

도 4는 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 수신 장치의 바람직한 실시예에 따른 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<5> 본 발명은 전송 안테나 다이버시티에 관한 것으로, 특히 이동 통신 시스템에서의 전송 안테나 다이버시티 방법 및 이를 위한 기지국 장치 및 이동국 장치에 관한 것이다.

<6> 3세대 이동 통신 시스템은 2세대 이동 통신 시스템 대표적으로, 개인 휴대 통신 시

시스템(PCS)보다 고속 데이터를 전송하기 위한 표준을 갖는다. 유럽, 일본은 비동기 방식인 광대역 코드분할 다중접속(W-CDMA) 방식을, 북미는 동기 방식인 다중반송파 코드분할 다중접속(CDMA-2000) 방식을 무선 접속 규격으로 표준화하고 있다. 이동 통신 시스템은 한 기지국을 통해 여러 이동국이 교신하는 형태로 구성된다.

<7> 이동 통신 시스템에서 고속 데이터를 전송하기 위해서는 페이딩(fading)을 잘 극복해야 한다. 페이딩은 수신 신호의 진폭을 수 dB에서 수십 dB까지 감소시킨다. 페이딩을 잘 극복하기 위해서, 여러 가지 다이버시티 기술이 사용된다. CDMA 방식은 채널의 지연 확산(delay spread)을 이용해 다이버시티 수신하는 레이크(Rake) 수신기를 채택하고 있다. 레이크 수신기는 다중 경로(multi-path) 신호를 수신하는 수신 다이버시티 기술이다. 이 다이버시티 기술은 지연 확산이 작은 경우에 동작하지 않는 단점이 있다. 인터리빙과 코딩을 이용하는 시간 다이버시티 기술은 도플러 확산 채널에서 사용된다. 이 방식은 저속 도플러 채널에서는 이용하기 힘들다.

<8> 지연 확산이 작은 실내 채널과 저속 도플러 채널인 보행자 채널에서 페이딩을 극복하기 위해 공간 다이버시티가 사용된다. 공간 다이버시티는 두 개 이상의 안테나를 이용하는 방식이다. 한 안테나에 의해 전달된 신호가 페이딩으로 인해 줄어들 경우, 다른 안테나의 신호를 이용하여 수신하는 방법이다. 공간 방식 안테나 다이버시티는 수신 안테나를 이용하는 수신 안테나 다이버시티와 송신 안테나를 이용하는 전송 안테나 다이버시티로 분류된다. 이동국은 면적과 비용 측면에서 수신 안테나 다이버시티를 설치하기 힘들기 때문에, 기지국 전송 안테나 다이버시티 사용이 권장되고 있다.

<9> 전송 안테나 다이버시티는 크게 이동국으로부터 업링크 채널 정보를 피드백하여 동작하는 폐쇄 루프(closed loop) 전송 다이버시티와, 이동국으로부터의 피드백이 없는 개

방 루프(open loop) 전송 다이버시티로 분류된다. L개의 안테나를 이용하는 경우, 폐쇄 루프 전송 다이버시티는 개방 루프 전송 다이버시티에 비해 신호 대 잡음 및 간섭 비(SINR) 측면에서 L배의 이득을 가진다. 그러나, 채널 정보를 피드백하여 동작하는 폐쇄 루프 전송 다이버시티의 성능은 피드백 주기에 영향을 받는다. 피드백 주기가 길면, 피드백 정보가 기지국으로 가기 전에 채널이 변하게 되어 성능이 떨어진다. 빠르게 변하는 채널을 추적하기 위해, 단위 시간당 많은 정보가 피드백되면 업링크 용량이 떨어진다.

<10> 또한, 전송 안테나 다이버시티는 다이버시티 결합 방식에 따라 최대 비율 조합(MRC:Maximal Ratio Combine) 방식, 등가 이득 결합(EGC:Equal Gain Combine) 방식 및 선택 결합(SC:Selective Combine) 방식으로 분류된다. 전술한 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티는 피드백 대역폭이 충분히 확보되어 있지 않은 경우에 채널 정보의 변화를 피드백 정보에 잘 반영하지 못하여 성능이 열화될 수 있다. 이 경우에, 정확한 채널 정보 보다는 신속하게 채널 정보를 반영하도록 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티가 사용된다.

<11> 그러나, 선택 결합 방식을 사용할 경우에, 안테나간 불균형이 일어나 고주파수(RF) 처리단의 비용이 많이 든다. 따라서, 이를 해결하면서도 적은 피드백 정보로 다이버시티를 수행하는 선택 결합 방식의 다이버시티가 요구된다.

<12> 선택 결합 방식의 다이버시티는 채널 정보를 충분히 반영하지 못하여 다이버시티 이득을 얻을 수 있지만, SINR 이득에 있어서는 다른 최대 비율 결합(MRC) 방식이나 등가 이득 결합(EGC) 방식등의 이득 결합에 비해 약간 손실된다. 이 손실을 보상하여 SINR 이득을 최대화하면서도 고속에서 적용가능하고, 송수신단의 하드웨어 구성이 간단한 새

로운 다이버시티 방법이 필요하다.

<13> 다음은 종래의 전송 안테나 다이버시티 방식으로, 미국 캘리포니아 스탠포드에 스탠포드 유니버시티에서 출원한 미국 특허 No. 5,634,199, 'Method of Subspace Beamforming Using Adaptive Transmitting Antennas with Feedback'(Dreak Gerlach, Columbus, Ohio; Arogyaswami Paulraj, stanford; Gregory G. Raleigh, El Grannanda, both of Calif., May 27, 1997)와 미국 특허 No. 5,471,647, 'Method for Minimizing Cross-talk in Adaptive Transmission Antennas'(Dreak Gerlach, Columbus, Ohio; Arogyaswami Paulraj, stanford)는 전송 다이버시티를 피드백 모드로 사용하는 것에 대한 특허이다.

<14> 이들 특허는 퍼터베이션 알고리즘(Perturbation algorithm)과 이득 매트릭스를 이용한 채널 측정 및 피드백 방식을 제안하고 있으나, 이 방식은 블라인드 방식으로, 채널 측정을 위한 수렴 속도가 느리고 정확한 가중치를 찾기가 힘들어 파일럿 신호를 이용하는 시스템에서 잘 사용하지 않는다.

<15> UMTS(Universal Mobile Telecommunication Service) W-CDMA (3GPP) 표준 규격에서, 모토롤러사는 안테나 별 가중치를 양자화하여 피드백하는 방식을 제안하였다. 또한, 이 규격에서, 노키아(Nokia)등은 두 안테나에 대해 동작하는 고속 이동체용 전송 안테나 다이버시티 방법을 제한하였다. 그러나, 모토롤러사가 제안한 방법과 이 방법은 모두 안테나가 두개일 경우로 최적화되어 있어, 여러 안테나에 대해 효과적인 선택 방법을 사용하는 새로운 방법이 요구된다.

<16> 본 발명은 CDMA-2000 및 UMTS 시스템등 코드분할 다중접속 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 적용 가능하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <17> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 안테나 선택을 기저벡터 선택의 영역으로 확장하는데 있어 복소수 기저벡터 집합을 이용함으로써, 안테나간 파워 불균형을 해소하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법을 제공하는데 있다.
- <18> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 방법을 수행하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 기지국 장치를 제공하는데 있다.
- <19> 본 발명이 이루고자 하는 또다른 기술적 과제는, 상기 방법을 수행하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 이동국 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <20> 상기 과제를 이루기 위하여, 본 발명에 의한 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법은, (a) 기지국에 사용된 복수개의 안테나를 통해 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력하는 단계, (b) 출력된 채널 정보 매트릭스를 미리 준비된 복소수 기저벡터 집합으로 된 변형 매트릭스를 이용하여 변형하는 단계, (c) 변형된 채널 정보 매트릭스를 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 복소수 기저벡터 집합의 원소를 검출하는 단계 및 (d) 검출 결과를 전송 안테나 다이버시티를 조절하기 위한 피드백 정보로서 기지국으로 전달하는 단계를 포함한다.
- <21> 상기 다른 과제를 이루기 위하여, 이동 통신 시스템에서 복수개의 안테나를 이용하는 경우에 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 기지국 장치는, 임의의 i 번 이동국으로부터 생성된 피드백 정보로서 복소수 기저벡터 집합의 한 원소를

지시하는 인덱스를 수신하는 복수개의 안테나; 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 미리 준비된 가중치 테이블을 참조하여, 수신된 인덱스에 대응하는 복소수 기저벡터를 선택하고, 선택된 복소수 기저벡터의 각 인자를 복수개의 안테나 각각에 해당하는 안테나 가중치들로 출력하는 피드백 정보 복호부; 및 이동국으로 전송할 데이터에 각각의 안테나 가중치를 곱하고, 곱한 결과에 각각의 파일럿 신호를 합하여 복수개의 안테나를 통해 전송하는 송신 데이터 전송부를 포함한다.

<22> 상기 또다른 과제를 이루기 위하여, 이동 통신 시스템에서 복수개의 안테나를 이용하는 경우에 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 이동국 장치는, 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력하는 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부; 출력된 채널 정보 매트릭스를 미리 준비된 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합들로 된 변형 매트릭스들을 이용하여 변형하는 기저벡터 변형부; 변형된 채널 정보 매트릭스들을 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 가중치를 검출하고, 미리 준비된 가중치 테이블에서 해당 가중치에 대한 인덱스를 검색하는 최적 가중치 검출부; 및 인덱스를 피드백에 적합한 프로토콜로 구성된 심볼 형태로 만들어 기지국으로 전송하는 피드백 정보 업링크 신호처리부를 포함한다.

<23> 이하, 본 발명을 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

<24> 먼저, 본 발명의 동작 원리를 간략히 설명한다.

<25> 본 발명은 기본적으로 무선 송수신 시스템의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를

위해 선택 결합 방식을 사용한다. 송신측에서 복수개의 안테나로 신호를 전송하는 전송 안테나 다이버시티의 경우에, 선택 결합 방식을 이용하면 하드웨어 구조가 비교적 간단하다. 그러나, 안테나 파워 불균형으로 인해 고주파수 처리단의 비용이 높아진다. 이를 극복하기 위해 안테나 선택을 기저벡터 선택의 영역으로 확장한다. 기저벡터 선택의 영역 확장으로, 안테나간의 파워가 동일한 균일 파워 밸런스 기저벡터를 사용하면 선택 결합 방식의 다이버시티를 수행하면서도 안테나간 파워 불균형이 해결된다.

<26> 수신측에서 안테나를 선택하는 방법으로, $\{ [1 \ 0 \ 0 \ 0], [0 \ 1 \ 0 \ 0], [0 \ 0 \ 1 \ 0], [0 \ 0 \ 0 \ 1] \}$ 의 기저벡터 집합을 사용한다. 이는 불균일 파워 밸런스 기저벡터 집합이다. 균일 파워 밸런스 기저벡터 집합으로, 왈시(Walsh) 기저벡터 집합인 $\{ [1 \ 1 \ 1 \ 1], [1 \ -1 \ 1 \ -1], [1 \ 1 \ -1 \ -1], [1 \ -1 \ -1 \ 1] \}$ 와 폴러(polar) 기저벡터 집합인 $\{ [-1 \ 1 \ 1 \ 1], [1 \ 1 \ 1 \ 1], [1 \ 1 \ 1 \ 1], [1 \ 1 \ 1 \ 1] \}$ 이 있다.

<27> 선택 결합 방식을 위해 사용되는 이들 기저벡터 집합은 서로 다른 벡터간에는 내적이 0이고, 동일한 벡터간에는 내적이 0이 아닌 서로 동일한 상수이다. 단, 송신측에서의 안테나 가중치로 사용할 경우, 송신 파워에 변화를 주지 않도록 하기위해 이 상수가 1이 되도록 벡터를 균일화하여 사용한다. 이렇게 균일화된 집합은 직교 정규(orthonormal) 기저벡터 집합이다.

<28> 참고로, 수신 안테나 다이버시티의 경우, 균일 파워 밸런스 직교 정규 기저벡터 집합을 이용하는 방법도 선택 결합 방식에 기초한 다이버시티이므로, 불균일 파워 밸런스 직교 정규 기저벡터 집합과 성능이 동일하다. 다이버시티 정보가 이상적으로 피드백되었다고 가정하면, 전송 안테나 다이버시티의 경우에도 전송 안테나들 간에 파워가 고루 분포한다는 장점을 제외하고, 두 방법중 어느 방법을 사용하더라도 성능은 동일하다.

<29> 다이버시티 정보를 이동국으로부터 수신받도록 구성된 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티의 경우에, 한정된 피드백 채널의 대역폭으로 인해 이동국 속도가 빨라지면 피드백 정보가 지연된다. 이러한 지연으로 인해 다이버시티 이득이 감소한다. 이는 하드웨어가 간단하다는 장점이외에, 전송 안테나 다이버시티에 선택 결합 방식을 사용하는 다른 이유이다. 선택 결합 방식에 비해, 최대 비율 결합 방식이나, 등가 이득 결합 방식은 피드백되어야 할 정보량이 많아 저속에서 정밀한 채널 보상으로 성능이 좋지만, 속도가 높아질 수록 성능이 급격히 떨어진다.

<30> 본 발명은 선택 결합 방식의 다이버시티를 이용하여 저속에서 성능을 향상시키면서, 고속에서 우수한 장점을 유지하도록 하기 위해 복소수 기저벡터 선택 방법을 제안한다. 제안된 복소수 기저벡터 집합은 각 벡터의 인자에 대해 실수축과 허수축이 서로 다른 직교 정규 집합으로 구성되도록 한 집합이다. 예컨대, 왈시 기저벡터 집합을 실수축에, 폴러 기저벡터 집합을 허수축에 할당한다. 4개의 안테나인 경우에, 16가지 벡터 조합으로 된 복소수 기저벡터 집합을 얻는다. 이들 복소수 기저벡터 집합에서 복소수 기저벡터를 선택한다는 것은 곧, 복수개의 안테나중 어느 안테나에 가중치를 둘것인가이다.

<31> 이동국에서 기지국으로 복소수 기저벡터 선택에 관련된 정보를 피드백할 경우에, 매 피드백 시그널링 간격마다 실수축, 허수축이 번갈아 전송되도록 로테이션한다. 기지국은 연속된 2 피드백 시그널링 간격 동안에 수신된 정보를 슬라이딩 윈도우(sliding window) 방식으로 합한다. 합한 결과는 완전한 복소수 기저벡터를 구성한다. 이 복소수 기저벡터의 각 인자를 각 안테나의 가중치로 사용한다. 이런 방식으로 전송 안테나 다이버시티를 구성하면, 매 피드백 시그널링 간격마다 최적화하여 피드백되는 정보가 이

용된다. 매 피드백 시그널링 간격마다 최적의 가중치가 사용가능케 되므로, 고속에서의 우수한 특성을 유지하면서도 복소수 기저벡터의 1/16로 높아진 정밀도에 따라 저속에서 성능이 향상된다. 더욱이 제안된 복소수 기저벡터 집합은 안테나간 파워를 일정하게 하도록 구성되어 안테나간 파워 불균형이 생기지 않는다.

<32> 이제, 구체적으로 본 발명의 송신 장치 및 수신 장치의 구성 및 동작을 설명한다.

<33> 도 1은 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 송신 장치의 블럭도를 나타낸다. 송신 장치는 이동 통신 시스템에서 기지국에 해당하며, 기지국은 UTRAN:UMTS Terrestrial Radio Access Network으로 표현되기도 한다.

<34> 도 1을 참조하면, 송신 장치는 송신 데이터 생성부(100), L(여기서, L은 2이상)개의 곱셈기(111~11L), L개의 덧셈기(121~12L), L개의 안테나(131~13L) 및 피드백 정보 복호부(140)를 포함한다. 송신 데이터 생성부(100)는 송신할 데이터를 생성하여 L개의 곱셈기(111~11L)로 출력한다. 구체적으로, 예컨대 송신 데이터 생성부(100)는 데이터 채널 및 제어 채널인 DPDCH(Dedicated Physical Data Channel)와 DPCCH(Dedicated Physical Control Channel)의 신호들을 입력하고, 다중화기를 통해 하나의 출력으로 송신 데이터를 생성한다.

<35> L개의 곱셈기(111~11L)는 송신 데이터 생성부(100)의 출력에 각각의 안테나 가중치($w_1 \sim w_L$)를 곱한다. L개의 가산기(121~12L)는 각각 대응하는 L개의 곱셈기(111~11L)의 출력에 각각의 파일럿 신호(CPICH1~CPICHL)를 더한다. L개의 가산기(121~12L)에서 더해진 신호들은 각각 고주파(PF) 처리부(미도시)를 거쳐 각각 대응하는 L개의 안테나(131~13L)를 통해 전파된다.

<36> 여기서, 전송한 안테나 가중치들($w_1 \sim w_L$)은 각각 L개의 안테나(131~13L)를 통해 수신된 피드백 정보를 해석하는 피드백 정보(FBI:FeedBack Information) 복호부(140)를 통해 얻어진다. 피드백 정보는 수신 장치 즉, 임의의 i번 이동국으로부터 업링크된다. 실질적으로, L개의 안테나(131~13L)는 피드백 정보로서 복소수 기저벡터 집합의 한 원소 즉, 하나의 복소수 기저벡터를 지시하는 인덱스를 수신한다. 여기에 대해서는 이후에 상세히 설명될 것이다.

<37> 피드백 정보 복호부(140)는 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 미리 준비된 가중치 테이블을 참조하여(이후에 설명될 표 3 참조), 피드백 정보로서 수신된 인덱스에 대응하는 복소수 기저벡터를 선택한다. 선택된 복소수 기저벡터의 각 인자는 L개의 안테나(131~13L) 각각에 해당하는 안테나 가중치들로 출력된다.

<38> 도 2는 도 1에 도시된 피드백 정보 복호부(140)의 바람직한 실시예에 따른 블록도로서, 스위칭부(200), 피드백 시그널링 메시지(FSM:Feedback Signaling Message) 레지스터(210), 제1 및 제2 가중치 테이블(222 및 224) 및 가산기(230)를 포함한다.

<39> 스위칭부(200)는 수신된 현재 슬롯 번호가 짝수인지 홀수인지에 따라, 짝수이면 FSM 레지스터(210)의 실수부로, 홀수이면 FSM 레지스터(210)의 허수부로 피드백 정보를 스위칭한다. 여기서, 피드백 정보는 실수부를 나타내는 제1 직교 정규 기저벡터 집합 중 한 기저벡터를 지시하는 인덱스이거나, 허수부를 나타내는 제2 직교 정규 기저벡터 집합 중 한 기저벡터를 지시하는 인덱스이다. 기저벡터 집합이 4가지의 기저벡터로 구성되었다면, 인덱스는 이동국에서 2비트의 이진 값으로 표시되어 전송되었을 것이다(피드백 시

그넬링 벡터 $[m_{b,1}, m_{b,2}]^T$.

<40> FSM 레지스터(210)는 실수부에 저장된 피드백 정보, 예컨대 2비트로 표시된 인덱스를 이용하여 제1 가중치 테이블(즉, 룩업 테이블)(222)의 입력으로 사용될 인덱스 i_w 와, 허수부에 저장된 2비트로 표시된 인덱스를 이용하여 제2 가중치 테이블(224)의 입력으로 사용될 인덱스 i_p 를 출력한다.

<41> 제1 가중치 테이블(222)는 실수부 인덱스 i_w 에 대응하는 실수축의 기저벡터 b_w 를 출력하고, 제2 가중치 테이블(224)는 허수부 인덱스 i_p 에 대응하는 허수축의 기저벡터 b_p 를 출력한다. 제1 및 제2 가중치 테이블(222)는 미리 각각 왈시 기저벡터 집합 및 폴러 기저벡터 집합중 각각 서로 다른 하나의 집합에서 각 원소에 인덱스를 부여하고 있다(이후에 설명될 표 1, 표 2 참조). 가산기(230)는 실수축을 구성하는 기저벡터 b_w 와 허수축을 구성하는 기저벡터 b_p 를 합하여, 안테나 가중치 벡터 $[w_1, w_2, \dots, w_L]$ 를 출력한다.

<42> 정리하면, 바람직한 실시예로서 피드백 정보 복호부(140)는 2개의 피드백 시그넬링 간격 동안에 수신된 인덱스들에 해당하는 기저벡터들을 각각 실수축, 허수축으로 구성하여, 이들을 슬라이딩 윈도우 방식으로 합한다. 피드백 정보 복호부(140)는 합해진 복소수 기저벡터의 각 인자를 안테나 가중치들($w_1 \sim w_L$)로 사용한다.

<43> 도 3은 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 수신 장치의 블록도이다. 수신 장치에서 특히, 안테나 가중치를 측정하는 안테나 가중치 측정 장치에 해당한다.

<44> 도 3을 참조하면, 수신 장치는 안테나(300), 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측

정부(310), 기저벡터 변형부(320), 최적 가중치 검출부(330), 피드백 정보 업링크 신호 처리부(340) 및 데이터 수신처리부(350)를 포함한다. 데이터 수신처리부(350)는 일반적으로 안테나(300)를 통해 수신된 신호를 복호화하여 송신 데이터를 복원한다.

<45> 한편, 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부(310)는 안테나(300)를 통해 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력한다. 출력된 채널 정보 매트릭스는 $L \times M$ 개의 원소로 구성되며, L 은 안테나 수이고, M 은 분리가능한 안테나 당 다중 경로 채널 수이다. 도 1을 참조하여 설명된 바에 의하면, 송신 장치는 수신 장치에서의 채널 측정을 위해 안테나 별로 구분되는 파일럿 신호를 보낸다. 수신 장치는 송신 장치에 사용된 복수개의 안테나를 통해 수신된 이 파일럿 신호를 이용하여 채널을 측정한다.

<46> 기저벡터 변형부(320)는 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부(310)에서 출력된 채널 정보 매트릭스를 미리 준비된 복소수 기저벡터 집합으로 된 변형 매트릭스를 이용하여 변형한다. 최적 가중치 검출부(330)는 변형된 채널 정보 매트릭스를 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 복소수 기저벡터 집합의 원소(즉, 수신 SINR이 최대가 되는 가중치)를 검출한다.

<47> 피드백 정보 업링크 신호처리부(340)는 검출 결과를 전송 안테나 다이버시티를 조절하기 위한 피드백 정보로서 안테나(300)를 통해 송신 장치로 전송한다. 이때, 피드백 정보 업링크 신호처리부(340)는 피드백 정보를 피드백에 적합한 프로토콜로 구성된 심볼 형태로 만들어 전송한다.

<48> 도 4는 무선 통신 시스템에서 전송 안테나 다이버시티를 위한 수신 장치의 바람직한 실시예에 따른 블록도이다.

<49> 수신 장치는 안테나(400), 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부(410), 왈시(Walsh) 기저벡터 변형부(422) 및 폴러(Polar) 기저벡터 변형부(424)로 구성된 기저벡터 변형부(420), 제1 및 제2 컬럼별 합산기(432 및 434), 조합기(436), 파워 계산기(438) 및 최대치 검출기(440)로 구성된 최적 가중치 검출부(430), 피드백 정보 업링크 신호처리부(450) 및 데이터 수신처리부(460)를 포함한다. 데이터 수신처리부(450)는 안테나(400)를 통해 수신된 신호를 복호화하여 송신 데이터를 복원한다.

<50> 한편, 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부(410)는 안테나(400)를 통해 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력한다. 출력된 채널 정보 매트릭스 H 는 $L \times M$ 개의 원소로 구성되며, L 은 안테나 수이고, M 은 분리가능한 안테나 당 다중경로 채널 수이다. 왈시 기저벡터 변형부(422)는 채널 정보 매트릭스 H 를 왈시 기저벡터 집합으로 된 변형 매트릭스를 이용하여 변형한다. 한편, 폴러 기저벡터 변형부(424)는 채널 정보 매트릭스 H 를 폴러 기저벡터 집합으로 된 변형 매트릭스를 이용하여 변형한다.

<51> 제1 컬럼별 합산기(432)는 왈시 기저벡터 변형부(422)의 출력 매트릭스 H_{BW} 에서 각 행별로 열들을 모두 합해 행 벡터 h_{BW} 를 출력한다. 1_M 은 길이가 M 이고, 원소가 모두 1인 열벡터이다. $h_{BW} = H_{BW} \cdot 1_M$ 로 표현된다. 한편, 제2 컬럼별 합산기(434)는 폴러 기저벡터 변형부(324)의 출력 매트릭스 H_{PW} 에서 각 행별로 열들을 모두 합해 행 벡터 h_{PW} 를 출력한다. $h_{PW} = H_{PW} \cdot 1_M$ 로 표현된다. 다음에, 조합기(436)는 행 벡터 h_{BW} 와 h_{PW} 를 모든 경우에 대해 조합하여 H_B 를 출력한다. 파워 계산기(438)는 조합 매트릭스 H_B 의 각 원소에 대한 파워를 구한 P_B 를 출력한다. 최대치 검출기(440)는 각 원소에 대한 파워 P_B 중 최대값을 구하고, 최대값에 해당하는 원소의 인덱스를 출력한다. 피드백 정보 업링크

신호처리부(450)는 송신 장치로 전송하고자 하는 인덱스를 피드백에 적합한 프로토콜로 구성된 심볼 형태로 만들어 안테나(400)를 통해 전송한다.

<52> 전술한 바와 같이, 전송 안테나 다이버시티 방법은 이동국에서 채널 측정을 통해 최적의 안테나 가중치를 찾는다. 이때, 기지국은 이동국에서의 채널 측정을 위해 안테나 별로 구분되는 파일럿 신호를 보내야 한다. 안테나 별로 다른 파일럿 신호를 보내는 방법에는 시분할 방법, 주파수 분할 방법, 코드분할 방법 등이 있다. 광대역 코드분할 다중접속(W-CDMA) 규격의 경우에, 안테나 별로 파일럿 신호를 구분하기 위해, 다중 스크램블 코드, 다중 채널화 코드, 다중 직교 파일럿 심볼 패턴을 사용하는 등의 방법을 고려한다.

<53> 선택 결합 방식의 전송 안테나 다이버시티 방법에서, 복수개의 송신 안테나들중에서 어느 안테나로부터의 채널을 선택하여 최적의 안테나 가중치로 할 것인가, 안테나 가중치를 어떤 형태로 전송할 것인가는 종래의 문제점을 해결하는데 있어 중요한 관건이 된다. 이를 위해 이동국에서 수행되는 동작을 구체적으로 살펴본다.

<54> 이동국(달리 표현하면, UE:User Equipment)은 수신된 채널 정보로부터 최적의 안테나 가중치를 측정하여 피드백 정보로서 기지국(달리 표현하면, UTRAN)으로 피드백한다. 몇가지 실시예들을 제안한다.

<55> 제1 실시예로서, 직교 정규(orthonormal) 기저벡터 집합을 이용하는 경우이다.

<56> ① 수신 채널 정보 매트릭스 H 를 직교 정규 기저벡터 집합으로 구성된 변환 매트릭스 B_w 에 통과시켜 변환된 채널 정보 매트릭스 H_{BW} 를 $H_{BW} = HB_w$ 와 같이 계산한다. 여기서, $H=[h_1 \ h_2 \ h_3 \ h_4]$ 로 구성되고, $B_w=[b_w(0) \ b_w(1) \ b_w(2) \ b_w(3)]$ 로 구성된다. 단, h_1 은

1번째 안테나로부터 전송된 다중 경로 채널들로 구성된 열 벡터이고, $b_w(i)$ 는 기저벡터 집합에서 i 번 인덱스에 해당하는 기저벡터이다. 이진인 경우, 하다마르(Hadamard) 매트릭스 변환을 사용하여 계산량을 줄이고, 그 외의 경우는 각 변환 매트릭스의 특성에 맞는 고속 알고리즘을 사용해 성능을 높인다.

- <57> ② H_{BW} 매트릭스를 구성하는 각 열 벡터의 놈(norm)을 구한다. 이 값들은 수신 채널 정보 매트릭스에 대한 측정 수신 파워가 된다. 이 값들 중 가장 큰 값에 해당하는 것의 인덱스가 최적의 가중치를 구성하는 직교 정규 기저벡터의 인덱스이다.
- <58> ③ 구한 인덱스 정보를 기지국(UTRAN)으로 피드백한다. 이상의 절차는 매 슬롯마다 반복된다.
- <59> 제2 실시예로서, M 개의 직교 정규 기저벡터중 S 개의 벡터만을 사용한 경우이다. 선택 방식의 일반적인 확장인 두 개 이상 안테나 선택의 경우에 제안된다.
- <60> ① 예컨대, 안테나 4개에 대한 직교 정규 기저벡터는 총 4가지이다. 따라서, S 는 1부터 4중 하나이다. M 과 S 값을 기억한다.
- <61> ② 각 기저벡터에 대해 기저벡터를 구성하는 N 개의 양자화된 계수 중 하나씩을 선택한다. 이 양자화된 계수는 S 개 만큼 선택된다.
- <62> ③ ①과 ②로부터 먼저, 안테나 선택 가중치 $w_{b,i}$ 를 준비한다. 이 가중치는 기지국에서의 안테나 가중치(w_i)를 변환 매트릭스 B_w 에 통과시켜 변환된 것으로 $w_{b,i} = B_w w_i$ 의 관계에 있으며, 이 가중치는 선택의 특성상 선택된 안테나를 제외하고 모두 0으로 구성된다.
- <63> ④ 생성된 안테나 선택 가중치 $w_{b,i}$ 와, 제1 실시예에서와 같은 변환된 채널 정보

메트릭스 H_{BW} 를 이용하여 측정 수신 파워인 $P_i = w_{b,i}^H H_{BW}^H H_{BW} w_{b,i}$ 를 계산한다. 여기서, 변환된 채널 정보 메트릭스 H_{BW} 는 수신 채널 정보 메트릭스 H 를 직교 정규 기저벡터 집합으로 구성된 변환 메트릭스 B_w 에 통과시킨 것이다.

<64> ⑤ ②의 총 N^S 경우에 대해 ③-④를 반복한다. 선택된 S 개의 기저벡터 각각이 N 개의 양자화 계수를 갖으므로, 총 N^S 개의 경우가 생긴다.

<65> ⑥ ①의 총 $M_C S$ 경우에 대해 ③-④를 반복한다. M 개의 기저벡터중에서 S 개를 선택할 수 있는 경우의 수는 $M_C S = M! / \{(M-S)! S!\}$ 이다.

<66> ⑦ ④의 P_i 를 최대화시키는 안테나 선택 가중치 w_i 를 선택한다.

<67> ⑧ ⑦의 안테나 선택 가중치 w_i 를 근사화된 피드백 정보로 이용한다.

<68> 제3 실시예로서, 본 발명에서 성능 향상을 위해 제안하는 복소수 기저벡터 집합을 이용하는 경우이다.

<69> ① 수신 채널 정보 메트릭스 H 를 왈시(Walsh) 기저벡터 집합으로 구성된 변환 메트릭스 B_w 에 통과시켜 변환된 채널 정보 메트릭스 H_{BW} 를 $H_{BW} = H B_w$ 와 같이 계산하고, 폴러(polar) 기저벡터 집합으로 구성된 변환 메트릭스 B_p 에 통과시켜 변환된 채널 정보 메트릭스 H_{BP} 를 $H_{BP} = H B_p$ 와 같이 계산한다. 여기서, $H = [h_1 \ h_2 \ h_3 \ h_4]$ 로 구성되고, $B_w = [b_w(0) \ b_w(1) \ b_w(2) \ b_w(3)]$, $B_p = [b_p(0) \ b_p(1) \ b_p(2) \ b_p(3)]$ 로 구성된다. 단, h_1 은 1번째 안테나로부터 전송된 다중 경로 채널들로 구성된 열 벡터이고, $b_w(i)$, $b_p(i)$ 는 각각 왈시와 폴러 기저벡터 집합에서 i 번 인덱스에 해당하는 기저벡터이다. 이진인 경우, 하다마르 메트릭스 변환을 사용하여 계산량을 줄이고, 그 외의 경우는 각 변환 메트릭스의 특성에 맞는 고속 알고리즘을 사용하여 성능을 높인다.

- <70> ② $H_{BW}(i)$ 와 $H_{BP}(j)$ 를 각각 H_{BW} 와 H_{BP} 매트릭스의 i 와 j 번째 열 벡터를 나타낸다고 하자. 이 값을 이용해 측정 수신 파워 $P_k = ||H_{BW}(i(k)) + jH_{BP}(j(k))||^2$ 를 $k = 0, 1, 2, \dots, 15$ 에 대해 구한다. 여기서, $i(k) = \lfloor k/4 \rfloor$ 이고, $j(k) = k - \lfloor k/4 \rfloor$ 이다.
- <71> ③ 구한 인덱스 정보 k , $i(k)$, $j(k)$ 를 기지국(UTRAN)에서 안테나 가중치로 이용될 피드백 정보를 생성하는데 사용한다. 이상의 절차는 매 슬롯마다 반복된다.
- <72> 이동국(UE)에서 피드백 정보를 여러 슬롯에 나눠 보낼 경우, 매 슬롯마다 채널 정보를 다시 점진적으로 개선해서 전송한다. 이와 같이 하면, 이동체의 속도가 높은 경우에, 여러 슬롯을 통해 채널 정보가 피드백되는 동안에, 채널 상황이 바뀌는 것을 보다 잘 적응하게 된다. 안테나 선택 정보와 함께 위상 정보를 같이 전송하는 방식의 경우에, 기지국(UTRAN)에서 피드백 시그널링 메시지(FSM: Feedback Signaling Message)의 한 부분씩만 갈아치우는 UTRAN 점진적 개선 모드는 잘못된 안테나 선택 정보가 송신 신호와 결합되지 않도록 한다. 피드백된 안테나 선택 정보와 위상 정보의 전체 부분을 UTRAN 점진적 개선하지는 않지만, 위상 정보만을 성능 향상을 위해 안테나 선택 정보에 따라 조건부 개선한다.
- <73> 4개 전송 안테나 다이버시티 시스템에서, 4개의 기저벡터중 3개의 기저벡터를 선택하여 코히어런트한(coherent) 위상 보정을 하는 경우에, 선택된 안테나들의 위상 보정치가 동일하면 서로간의 상쇄로 인해 안테나의 파워 불균형이 심화된다. 이를 극복하기 위해, 첫번째 기저벡터에 1/2을 가중하고, 두 번째 기저벡터에 $\{ \exp(j\pi/2 + \pi/4), \exp(j2\pi/2 + \pi/4), \exp(j3\pi/2 + \pi/4), \exp(j4\pi/2 + \pi/4) \}$ 중에 한 값을 가중하고, 마지막 번째 기저벡터에 $\{ \exp(j\pi/2 + \pi/8), \exp(j2\pi/2 + \pi/8), \exp(j3\pi/2 + \pi/8), \exp(j4\pi/2 + \pi/8) \}$ 중 한 값을 가중한다. 단, 가중치 생성을 위한 각 안테나의 가능

위상의 경우가 4가지인 경우이다. 안테나 수가 많아지는 일반적인 경우에도 기저벡터별로 곱해지는 위상 보정치의 배열을 특정값만큼 돌려서 사용하므로, 안테나간 파워 불균형을 최소화한다.

<74> 지금까지 도 1 ~ 도 4를 참조하여, 전송 안테나 다이버시티 시스템에서 송신 장치 및 수신 장치를 설명하였다. 전술한 바에 의하면 본 발명은 최적의 가중치를 전송하는데 있어 바람직한 실시예로 복소수 기저벡터 집합을 이용한다. 이하에서, 복소수 기저벡터 집합을 이용하는 경우에 대해 상세히 설명한다.

<75> 이동국(UE)은 수신 전력을 최대화하기 위해 기지국(UTRAN)의 송신 안테나의 접근 위치(access point)에 인가될 안테나 가중치를 계산하는데, 예컨대, 4개의 송신 안테나로부터 전송된 공통 파일럿 채널(CPICH:Common Pilot Channel)을 이용한다(도 1 참조). 4개의 송신 안테나를 이용할 경우에, 안테나 가중치는 16개의 복소수 기저(complex basis)벡터 집합들중 한개의 복소수 기저벡터이다. 즉, 선택 결합 방식의 다이버시티에 근거하여 결정된다. 복소수 기저벡터의 실수축과 허수축은 각각 서로 다른 직교 정규 기저벡터로 구성된다. 다음 표 1, 표 2 및 표 3은 각각 실수축 기저벡터 집합, 허수축 기저벡터 집합 및 이들을 조합한 복소수 기저벡터 집합을 각각 나타낸다.

<76> 【표 1】

인덱스	벡터
0	[1 1 1 1]
1	[1 -1 1 -1]

<77>

【표 2】

인덱스	벡터
0	$[-1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$
1	$[1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]$

<78> 【표 3】

인덱스	벡터	인덱스	벡터
0	$[1-j \quad 1+j \quad 1+j \quad 1+j]$	8	$[1+j \quad 1+j \quad 1-j \quad 1+j]$
1	$[1-j \quad -1+j \quad 1+j \quad -1+j]$	9	$[1+j \quad -1+j \quad 1-j \quad -1+j]$
4	$[1-j \quad 1+j \quad 1+j \quad 1+j]$	12	$[1+j \quad 1+j \quad 1+j \quad 1-j]$
5	$[1-j \quad -1+j \quad 1+j \quad -1+j]$	13	$[1+j \quad -1+j \quad 1+j \quad -1-j]$

<79> 각 슬롯마다, 이동국(UE)은 최적의 가중치에 대응하는 인덱스 즉, 16개의 복소수 기저벡터들중 선택된 하나의 복소수 기저벡터에 대응하는 인덱스 I를 계산한다. 한 슬롯에 실수축 기저벡터를, 다음 슬롯에 허수축 기저벡터를 보내는 식으로 번갈아 전송하므로, 인덱스 I는 0~4가 된다. 인덱스가 이진 값인 I_{bin} 으로 표현되면, 이진 값과 I 사이의 관계는 다음 수학식 1과 같다.

<80> 【수학식 1】

$$I_{bin} = \begin{cases} 00_{(2)}, & \text{if } I=0 \\ 01_{(2)}, & \text{if } I=1 \\ 10_{(2)}, & \text{if } I=2 \\ 11_{(2)}, & \text{if } I=3 \end{cases}$$

<81> 여기서, I는 직교 정규 기저벡터들의 리스트인 표 1, 2의 인덱스 값으로 사용되는 값이다. I_{bin} 을 구성하는 각 이진 값들은 FSM(Feedback Signaling Message) 필드를 사용해 기지국(UTRAN)으로 차례로 전송한다(도 2 참조). 만약 $I_{bin} = 00_{(2)}$ 이면 상위비트(MSB)는 0 그리고 하위비트(LSB)는 0을, $I_{bin} = 01_{(2)}$ 이면 상위비트(MSB)는 0 그리고 하위비트(LSB)는 1을, $I_{bin} = 10_{(2)}$ 이면 상위비트(MSB)는 1 그리고 하위비트(LSB)는 0을, $I_{bin} = 11_{(2)}$ 이면 상위비트(MSB)는 1 그리고 하위비트(LSB)는 1을 나타낸다.

$\text{bin} = 11_{(2)}$ 이면 상위비트(MSB)는 1 그리고 하위비트(LSB)는 1을 각각 보낸다. 한 슬롯 타임 동안, 두 비트가 전송되는 것이다.

<82> 이동국(UE)에서의 기저벡터 로테이션으로 인해, 기지국(UTRAN)은 수신 명령어들을 다음 표 4에 따라 번역한다. 표 4는 기저벡터인 \underline{b} 와 수신된 피드백 명령 사이의 매핑 관계를 보여준다. 표 4에서, $\underline{b}_w(i)$ 는 표 1에서 i 번 인덱스에 해당하는 벡터이고, $\underline{b}_p(i)$ 는 표 2에서 i 번 인덱스에 해당하는 벡터이다.

<83> 【표 4】

슬롯번호		0	1	2	3	...	14	15
FSM	00	$\underline{b}_w(0)$	$\underline{b}_p(0)$	$\underline{b}_w(0)$	$\underline{b}_p(0)$	...	$\underline{b}_w(0)$	$\underline{b}_p(0)$
	01	$\underline{b}_w(1)$	$\underline{b}_p(1)$	$\underline{b}_w(1)$	$\underline{b}_p(1)$	...	$\underline{b}_w(1)$	$\underline{b}_p(1)$
	10	$\underline{b}_w(2)$	$\underline{b}_p(2)$	$\underline{b}_w(2)$	$\underline{b}_p(2)$	...	$\underline{b}_w(2)$	$\underline{b}_p(2)$
	11	$\underline{b}_w(3)$	$\underline{b}_p(3)$	$\underline{b}_w(3)$	$\underline{b}_p(3)$	...	$\underline{b}_w(3)$	$\underline{b}_p(3)$

<84> 기지국에서, 피드백 정보 복호부(140)에서 계산되는 안테나 가중치(벡터 $\underline{w} = \underline{w}_{re} + j\underline{w}_{im}$)은 연속된 2개 슬롯들 동안에 수신된 기저벡터들의 슬라이딩 윈도우 평균이다. 알고리즘에 의해 \underline{w} 는 다음 수학적 식 2와 같이 나타낸다.

<85> 【수학적 식 2】

$$\underline{w}(n) = \underline{w}_{re}(n) + j \underline{w}_{im}(n)$$

<86> 여기서, $\underline{w}_{re}(n) = \underline{b}_w(2 \lfloor n/2 \rfloor)$ 이고, $\underline{w}_{im}(n) = \underline{b}_p(2 \lfloor (n-1)/2 \rfloor)$ 이다.

<87> 다음 표 5는 안테나가 4개 사용되는 경우, 복소수 기저벡터를 이용한 선택 방식의 전송 안테나 다이버시티에 사용되는 파라미터와 그 값을 정리한 것이다.

<88> 표 5에서, 슬롯의 지속시간은 UMTS W-CDMA 표준 규격과 같이 프레임과 슬롯 구조로 구성된 무선 프로토콜의 경우에, 한 슬롯의 시간상 길이를 의미한다. 기저집합 로테이

선 수는 사용되는 기저집합의 수이다. 실수축을 위해 한개의 기저집합이 사용되고, 허수축을 위해 다른 한개의 기저집합이 사용되었다. 슬롯의 피드백 명령길이는 가중치 결정에 사용되는 비트 수이다. 선택 인덱스 비트 수는 선택 정보를 나타내기 위해 필요한 비트 수이며, 안테나 4개인 경우에 2이다. 슬롯당 피드백 정보 비트수는 한 슬롯당 몇 비트를 보내는지를 의미하며, 2비트를 보내는 경우에 대한 값이다. 피드백 명령 업데이트율은 피드백된 정보를 저장한 레지스터의 업데이트 주기이다. 피드백 비트율은 초당 몇 비트를 피드백하는지에 대한 정보를 저장한다.

<89> 【표 5】

변수	값	형태
안테나수(Number of antennas)	$N_{ant} = 4$	일정
슬롯의 지속시간(Duration time in a slot)	$T_{slot} = 1/1500 \text{ sec}$	
기저집합 로테이션수 (Number of basis set for basis rotation)	$N_{set} = 2$	
슬롯당 피드백 정보 비트수(Number of feedback information bits per slot)	$N_{FBD} = N_{sel}/1 = 2$	가변
피드백 명령 업데이트율	$F_{uset} = \frac{W}{(N_{FBD} N_{ant}) T_{slot}}$	

【발명의 효과】

FBD slot

<90> 이상에서 설명된 바에 의하면, 본 발명은 고속에서 우수한 성능을 유지하면서도 전송 안테나간 파워가 골고루 분배되도록 하여, 궁극적으로 고주파수(RF) 처리단의 비용 손실을 최소로 한다. 특히, 연속된 2개의 슬롯간의 정보를 평균하여 사용함으로써, 저속에서 보다 정밀하게 채널에 적응하도록 한다.

<91> 이외에도, 확장된 선택 결합 방식인 복수개의 안테나를 선택하여 코히어런트하게 결합하는 방법에 있어서, 성능을 향상하는 방법들을 제시하여 성능이 최적이 되도록 하였다.

<92> 또한, 본 발명은 하드웨어 구성의 비용이 저렴하면서, 고속에서 우수한 성능을 보장하고, 저속에서 정밀한 채널 적응을 가능케 하므로, 무선 이동 통신 환경에서 채널 용량과 링크 성능을 최대로 한다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

이동 통신 시스템에서 복수개의 안테나를 이용하는 경우에 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법에 있어서,

(a) 기지국에 사용된 복수개의 안테나를 통해 수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 메트릭스 형태로 출력하는 단계;

(b) 출력된 채널 정보 메트릭스를 미리 준비된 복소수 기저벡터 집합으로 된 변형 메트릭스를 이용하여 변형하는 단계;

(c) 변형된 채널 정보 메트릭스를 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 상기 복소수 기저벡터 집합의 원소를 검출하는 단계; 및

(d) 검출 결과를 전송 안테나 다이버시티를 조절하기 위한 피드백 정보로서 기지국으로 전달하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

복수개의 안테나 별로 구분된 파일럿 신호를 이용하여 채널 정보를 측정하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

(b1) 출력된 채널 정보 매트릭스를 제1 직교 정규 기저벡터 집합으로 구성된 변형 매트릭스에 통과시켜 변형된 채널 정보 매트릭스를 계산하는 단계; 및

(b2) 출력된 채널 정보 매트릭스를 제2 직교 정규 기저벡터 집합으로 구성된 변형 매트릭스에 통과시켜 변형된 채널 정보 매트릭스를 계산하는 단계를 포함하고,

상기 (c) 단계는,

(c1) 제1 및 제2 변형된 채널 정보 매트릭스를 각각 실수축 및 허수축으로 두고, 이에 대한 수신 측정 파워를 계산하는 단계; 및

(c2) 상기 수신 측정 파워가 최대가 되는 상기 복소수 기저벡터 집합의 원소를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합은,

왈시 기저벡터 집합 및 폴러 기저벡터 집합중 각각 서로 다른 하나인 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 5】

제3항에 있어서, 상기 (c2) 단계는,

상기 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 미리 준비된 가중치 테이블을 참조하여, 상기 수신 측정 파워가 최대가 되는 원소의 인덱스를 선택하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서, 상기 (d) 단계는,

상기 피드백 정보로서 상기 복소수 기저벡터 집합의 원소에 대응한 인덱스를 전송할 경우에, 매 피드백 시그널링 간격마다 복소수 기저벡터의 실수축 및 허수축에 대응한 인덱스가 번갈아 전송되도록 로테이션하여 상기 피드백 정보를 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 7】

제1항에 있어서, 상기 (d) 단계 후에,

(e) 기지국에서 피드백 정보를 수신하여 해석하는 단계;

(f) 해석된 피드백 정보를 이용하여 각 안테나에 대한 안테나 가중치를 구하는 단계; 및

(g) 기지국에서 이동국으로 전송할 데이터에 상기 안테나 가중치를 곱하여 해당 안테나를 통해 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서, 상기 (e) 단계는,

(e1) 피드백 정보로서 복소수 기저벡터 집합의 원소에 대응한 인덱스를 수신하는 단계; 및

(e2) 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 미리 준비된 가중치 테이블을 참조하여, 상기 (e1)

에서 수신된 인덱스에 대응한 복소수 기저벡터를 선택하는 단계를 포함하며,

상기 (f) 단계는,

선택된 복소수 기저벡터의 각 인자를 각 안테나에 대한 안테나 가중치로 사용하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 9】

제7항에 있어서, 상기 (e) 단계는,

(e1) 피드백 정보로서 복소수 기저벡터 집합의 원소에 대응한 인덱스를 실수부 인덱스와 허수부 인덱스로 나누어 2개의 피드백 시그널링 간격에 걸쳐 수신하는 단계; 및

(e2) 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 원소들에 각각 실수부 인덱스 및 허수부 인덱스를 부여한 미리 준비된 두개의 가중치 테이블을 참조하여, 상기 (e1) 단계에서 수신된 인덱스들에 각각 해당하는 기저벡터들을 찾아 각각 실수축, 허수축으로 두고, 이들을 슬라이딩 윈도우 방식으로 합하는 단계;

상기 (f) 단계는,

합해진 복소수 기저벡터의 각 인자를 각 안테나에 대한 안테나 가중치로 사용하는 것을 특징으로 하는 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 10】

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합은,

왈시 기저벡터 집합 및 폴러 기저벡터 집합중 각각 서로 다른 하나인 것을 특징으로 하는 선택 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티 방법.

【청구항 11】

이동 통신 시스템에서 복수개의 안테나를 이용하는 경우에 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 기지국 장치에 있어서,

임의의 i 번 이동국으로부터 생성된 피드백 정보로서 복소수 기저벡터 집합의 한 원소를 지시하는 인덱스를 수신하는 복수개의 안테나;

제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 미리 준비된 가중치 테이블을 참조하여, 수신된 인덱스에 대응하는 복소수 기저벡터를 선택하고, 선택된 복소수 기저벡터의 각 인자를 상기 복수개의 안테나 각각에 해당하는 안테나 가중치들로 출력하는 피드백 정보 복호부; 및

상기 이동국으로 전송할 데이터에 각각의 상기 안테나 가중치를 곱하고, 곱한 결과에 각각의 파일럿 신호를 합하여 상기 복수개의 안테나를 통해 전송하는 송신 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 기지국 장치.

【청구항 12】

제11항에 있어서, 상기 피드백 정보 복호부는,

2 개의 피드백 시그널링 간격으로 수신된 인덱스들을 교대로 실수부 인덱스 및 허수부 인덱스로서 스위칭하는 스위치부;

상기 실수부 인덱스 및 상기 허수부 인덱스를 각각의 기억장소에 저장시키는 레지스터;

제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 원소들에 각각 실수부 인덱스 및 허수부 인덱스를 미리 부여하고, 상기 레지스터에 저장된 상기 실수부 인덱스 및 허수부 인덱스에

각각 대응한 기저벡터들을 찾아 출력하는 제1 및 제2 가중치 테이블; 및

상기 기저벡터들을 각각 실수축, 허수축으로 두고 이들을 슬라이딩 윈도우 방식으로 합하고, 합해진 복소수 기저벡터의 각 인자를 상기 복수개의 안테나 각각에 해당하는 안테나 가중치들로 출력하는 합산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

【청구항 13】

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합은,

왁시 기저벡터 집합 및 폴러 기저벡터 집합중 각각 서로 다른 하나인 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

【청구항 14】

이동 통신 시스템에서 복수개의 안테나를 이용하는 경우에 선택 결합 방식의 폐쇄 루프 전송 안테나 다이버시티를 위한 이동국 장치에 있어서,

수신된 신호로부터 채널 정보를 측정하여 매트릭스 형태로 출력하는 전송 안테나 다이버시티 채널 정보 측정부;

출력된 채널 정보 매트릭스를 미리 준비된 제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합들로 된 변형 매트릭스들을 이용하여 변형하는 기저벡터 변형부;

변형된 채널 정보 매트릭스들을 이용하여 복수개의 안테나에 대한 수신 측정 파워가 최대가 되는 가중치를 검출하고, 미리 준비된 가중치 테이블에서 해당 가중치에 대한 인덱스를 검색하는 최적 가중치 검출부; 및

상기 인덱스를 피드백에 적합한 프로토콜로 구성된 심볼 형태로 만들어 기지국으로 전송하는 피드백 정보 업링크 신호처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동국 장치.

【청구항 15】

제14항에 있어서, 상기 기저벡터 변형부는,

상기 채널 정보 메트릭스를 왈시 기저벡터 집합으로 된 변형 메트릭스를 이용하여 변형하는 왈시 기저벡터 변형부; 및

상기 채널 정보 메트릭스를 폴러 기저벡터 집합으로 된 변형 메트릭스를 이용하여 변형하는 폴러 기저벡터 변형부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동국 장치.

【청구항 16】

제14항에 있어서, 상기 최적 가중치 검출부는,

상기 변형된 채널 정보 메트릭스들에서 각 행별로 열들을 모두 합해 행 벡터를 각각 출력하는 제1 및 제2 컬럼별 합산기;

상기 제1 및 제2 컬럼별 합산기의 출력을 모든 경우에 대해 조합한 조합 메트릭스를 출력하는 조합기;

상기 조합 메트릭스의 각 원소에 대한 파워를 구하는 파워 계산기; 및

상기 각 원소에 대한 파워중 최대값을 구하고, 최대값에 해당하는 원소의 인덱스를 상기 가중치 테이블을 참조하여 출력하는 최대치 검출기를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동국 장치.

【청구항 17】

제14항에 있어서, 상기 가중치 테이블은,

제1 및 제2 직교 정규 기저벡터 집합의 모든 조합으로 구성된 복소수 기저벡터 집합의 원소들에 인덱스를 부여한 것을 특징으로 하는 이동국 장치.

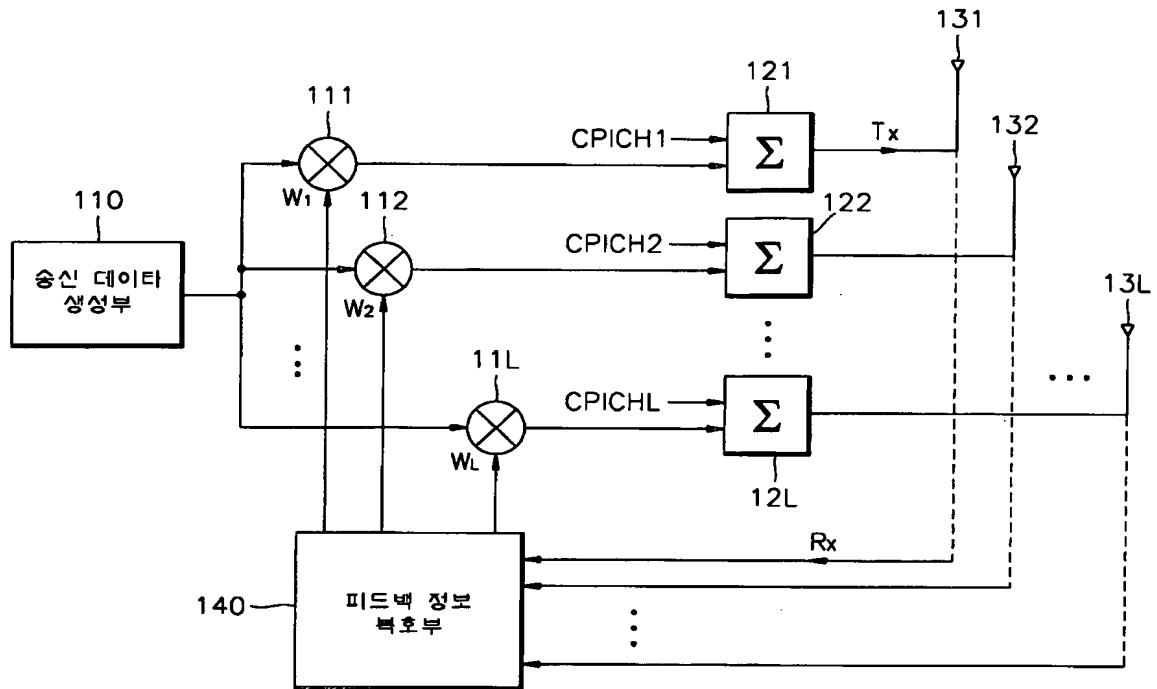
【청구항 18】

제14항에 있어서, 상기 피드백 정보 업링크 신호처리부는,

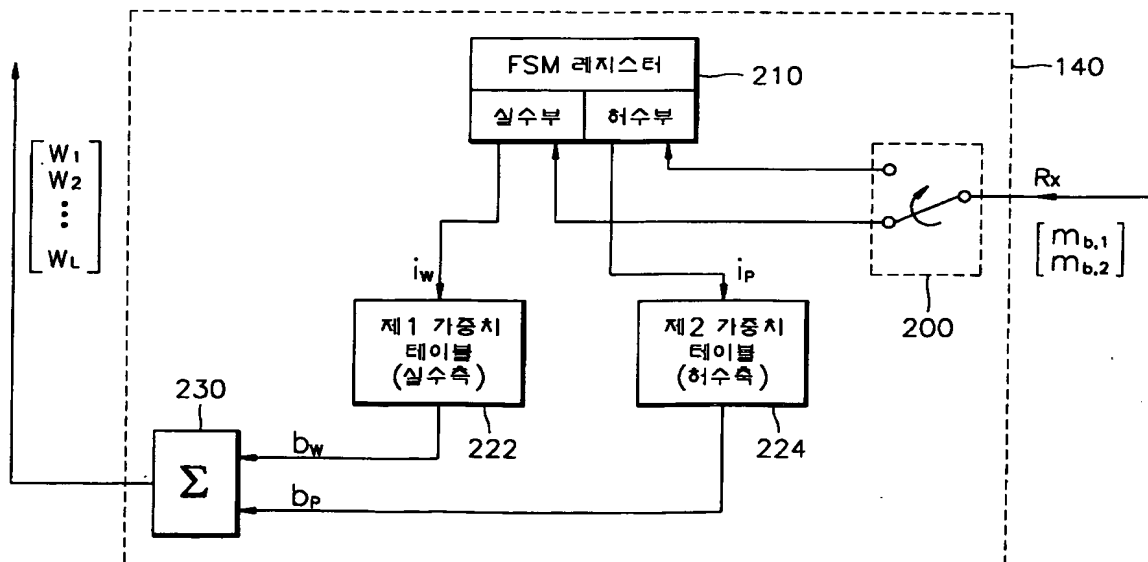
피드백 정보로서 상기 인덱스를 전송한 후에, 상기 인덱스에 해당하는 가중치 테이블에서의 가중치들의 결합을 위해 위상 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 이동국 장치.

【도면】

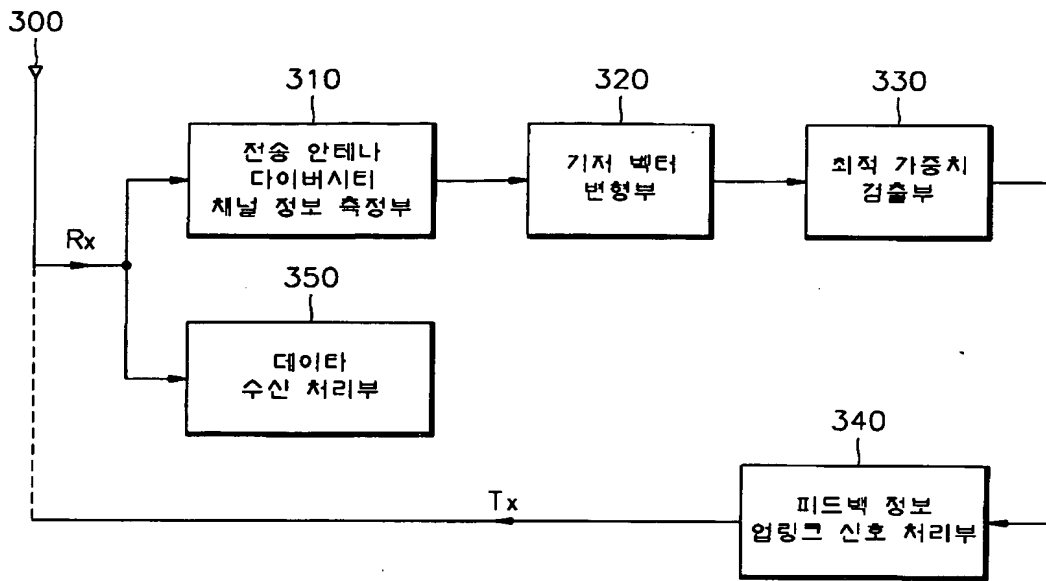
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

